



دانشگاه علوم پزشکی اردبیل

دانشکده بهداشت

پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد در رشته ی مهندسی بهداشت محیط

عنوان:

بررسی حذف فتوکاتالیستی سفالکسین از محلول های آبی با استفاده از

فرایند UV/ZnO

نگارنده:

شهین ادهمی

استاد راهنما:

زنده یاد پرفسور صادق حضرتی

استاد مشاور:

مهندسی مهدی فضل زاده

زمستان 1396

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشگاه علوم پزشکی اردبیل

دانشکده بهداشت

پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد در رشته مهندسی بهداشت محیط

عنوان: بررسی حذف فتوکاتالیستی سفالکسین از محلول‌های آبی با استفاده از فرایند

UV/ZnO

محل انجام پژوهش: آزمایشگاه شیمی و میکروبیولوژی محیط

نگارنده: شهین ادهمی

استاد راهنما: زنده یاد پرفسور صادق حضرتی

استاد مشاور: مهندس مهدی فضل زاده

شماره پایان نامه: 6

تاریخ تصویب پایان نامه: 95/8/26

تاریخ دفاع پایان نامه: 96/11/10

هزینه این پایان نامه از محل اعتبار طرح تحقیقاتی مصوب شماره 2/9404 تأمین شده است و کلیه حقوق این پایان نامه برای معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل محفوظ است .

تقدیم به روح پر فتوح استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر صادق حضرتی و سپاس بیکران
بر همراهی و همگامی ایشان که با نکته های دلاویز و گفته های بلند، صحیفه های سخن را
علم پرور نمود و همواره راهنما و راه گشای اینجانب در اتمام واکمال پایان نامه بوده
است.

تقدیم به پدر و مادر عزیزتر از جانم:

پروردگارا نه می توانم موهایشان را که در راه عزت من سفید شد، سیاه کنم و نه برای
دست های پینه بسته شان که ثمره تلاش برای افتخار من است، مرهمی دارم. پس توفیقم ده
که هر لحظه شکر گزارشان باشم و ثانیه های عمرم را در عصای دست بودنشان بگذرانم.

و تقدیم به همسرم، همسفرم در تمامی ثانیه های زندگیم که همواره در طول تحصیل متحمل
زحماتم بود و تکیه گاه من در مواجهه با مشکلات و وجودش مایه دلگرمی من می باشد.

تقدیر و سپاس

با سپاس از پروردگار جهانیان که قدرت آموختن را به بشر ارزانی کرد . اینک که این پژوهش به پایان رسیده است بر خود تکلیف میدانم از اساتید گرامی که با گشاده دستی از محضرشان کسب فیض نمودم قدردانی و تشکر کنم و برایشان توفیق روز افزون از محضر خالق یکتا خواهان باشم.

مراتب قدردانی خود را از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر صادق حضرتی که در اجرای این پروژه، دلسوزانه و با صبر و حوصله بسیار راهنمای بنده چه از نظر علمی و چه از نظر اخلاقی بودند تقدیر و برای روح بزرگوارشان از خداوند منان طلب آمرزش می نمایم و افتخار شاگردی ایشان، فرصتی ارزشمند برای من بوده است.

از استاد مشاور محترم، جناب آقای دکتر مهدی فضل زاده که در انجام مراحل مختلف تحقیق مساعدت های بی شماری را مبذول فرمودند و نظرات سازنده ای را در اختیار اینجانب نهادند، کمال تشکر را دارم.

از جناب آقای دکتر پورعشق که مرا یاری نمودند کمال تشکر و قدر دانی را دارم.

از اساتید محترم گروه بهداشت محیط آقایان دکتر
عالیقدری ، دکتر مختاری، دکتر رحمانی ، دکتر وثوقی،
مهندس سرانجام و سرکار خانم مهندس صادقی و نیز
از سایر اساتید و کارشناسان بزرگوار گروه مهندسی
بهداشت محیط و حرفه ای که همواره مرا در طول
دوران تحصیل یاری نمودند بی نهایت قدردانم.

بررسی حذف فتوکاتالیستی سفالکسین از محلول‌های آبی با استفاده از فرایند UV/ZnO

چکیده

زمینه و هدف: در سال‌های اخیر نگرانی‌ها درباره حضور غلظت‌های بالای آنتی بیوتیک‌ها در محیط‌زیست افزایش یافته است. فرایندهای متداول تصفیه آب قادر به حذف این آلاینده‌های مقاوم نیستند. بنابراین، استفاده از فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته (AOPs) مورد توجه قرار گرفته است. هدف از این مطالعه بررسی کارایی فرایند فتوکاتالیستی UV/ZnO در حذف آنتی بیوتیک سفالکسین از محلول‌های آبی بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه نانوذرات ZnO از عصاره گیاه پونه سنتز شد. تأثیر متغیرهای pH، دوز نانوذرات، غلظت اولیه آنتی بیوتیک، زمان واکنش و شدت تابش بر روی کارایی فرایند UV/ZnO بررسی شد. غلظت سفالکسین با استفاده از دستگاه HPLC تعیین گردید. تست سمیت به منظور تعیین میزان سمیت سفالکسین پس از فرایند فتوکاتالیستی انجام گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که با کاهش pH و کاهش غلظت اولیه سفالکسین و افزایش زمان تماس و شدت تابش، کارایی فرایند افزایش می‌یابد. ولی با افزایش دوز نانوذره تا 0/1 گرم بر لیتر، کارایی فرایند افزایش و بیش از این مقدار کاهش می‌یابد. نتایج مطالعه سمیت میکروبی، کاهش سمیت محلول سفالکسین حاصل از فرایند فتوکاتالیستی را نشان داد.

نتیجه گیری: نتایج این مطالعه نشان داد فرایند فتوکاتالیستی UV/ZnO روشی کارآمد در حذف آنتی بیوتیک سفالکسین از محلول‌های آبی می‌باشد.

واژگان کلیدی: سفالکسین، فرایند فتوکاتالیستی، اکسید روی، اشعه فرابنفش، اکسیداسیون پیشرفته

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

Error! Bookmark not defined.	فصل اول: کلیات و پیشینه تحقیق
Error! Bookmark not defined.	۱-۱- مقدمه
Error! Bookmark not defined.	۲-۱- بیان مسئله
Error! Bookmark not defined.	۳-۱- آنتی بیوتیک ها
Error! Bookmark not defined.	۴-۱- سفالوسپورین ها
Error! Bookmark not defined.	۵-۱- آنتی بیوتیک سفالکسین
Error! Bookmark not defined.	۶-۱- ساختار شیمیایی سفالکسین
Error! Bookmark not defined.	۷-۱- روش های حذف آنتی بیوتیک ها
Error! Bookmark not defined.	1-7-1- روش های متداول تصفیه
Error! Bookmark not defined.	1-1-7-1- فرایندهای بیولوژیکی
Error! Bookmark not defined.	2-1-7-1- فیلتراسیون
Error! Bookmark not defined.	3-1-7-1- انعقاد و لخته سازی
Error! Bookmark not defined.	2-7-1- جذب سطحی
Error! Bookmark not defined.	3-7-1- فرایندهای غشایی
Error! Bookmark not defined.	1-3-7-1- اسمز معکوس
Error! Bookmark not defined.	2-3-7-1- نانو و اولترافیلتراسیون
Error! Bookmark not defined.	3-3-7-1- تبادل یون
Error! Bookmark not defined.	4-7-1- فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته
Error! Bookmark not defined.	1-4-7-1- ازن زنی
Error! Bookmark not defined.	2-4-7-1- فنتون و فتوفنتون
Error! Bookmark not defined.	3-4-7-1- فتولیز

Error! Bookmark not defined.	.....4-4-7-1 فرایندهای الکتروشیمیایی
Error! Bookmark not defined.	.....5-4-7-1 فتوکاتالیست نیمه هادی
Error! Bookmark not defined.	.....۸-۱ کاتالیست ها
Error! Bookmark not defined.	.....۹-۱ سنتز سبز نانوذرات
Error! Bookmark not defined.	.....۱۰-۱ بررسی متون
Error! Bookmark not defined.	.....1-10-1 مبانی نظری
Error! Bookmark not defined.	.....2-10-1 مطالعات انجام گرفته در ایران
Error! Bookmark not defined.	.....3-10-1 مطالعات جهان
Error! Bookmark not defined.	.....۱۱-۱ اهداف و فرضیات
Error! Bookmark not defined.	.....1-11-1 هدف کلی:
Error! Bookmark not defined.	.....2-11-1 اهداف ویژه:
Error! Bookmark not defined.	.....3-11-1 اهداف کاربردی:
Error! Bookmark not defined.	.....4-11-1 فرضیات یا سوالات تحقیق:
Error! Bookmark not defined.	.....فصل دوم: مواد و روشها
Error! Bookmark not defined.	.....۱-۲ مقدمه
Error! Bookmark not defined.	.....۲-۲ طرح کلی تحقیق
Error! Bookmark not defined.	.....1-2-2 بررسی منابع علمی و تدوین متغیرها
Error! Bookmark not defined.	.....2-2-2 جامعه مورد مطالعه، نمونه گیری و حجم نمونه
Error! Bookmark not defined.	.....3-2-2 روش گردآوری اطلاعات
Error! Bookmark not defined.	.....۳-۲ مشخصات سیستم های آزمایشی مورد استفاده در این پژوهش
	defined.
Error! Bookmark not defined.	.....1-3-2 لامپ UV
Error! Bookmark not defined.	.....2-3-2 راکتور
Error! Bookmark not defined.	.....۴-۲ روش انجام آزمایشات

Error! Bookmark not defined.	1-4-2- مواد و معرف های مورد نیاز
Error! Bookmark not defined.	2-4-2- سنتز نانوذره
Error! Bookmark not defined.	3-4-2- روش انجام نمونه
Error! Bookmark not defined.	4-4-2- تعیین مشخصات نانوذرات مورد استفاده
Error! Bookmark not defined.	۵-۲- متغیرهای پژوهش
Error! Bookmark not defined.	۶-۲- آزمایشات مربوط به فرایند UV/ZnO
Error! Bookmark not defined.	1-6-2- اندازه گیری غلظت سفالکسین
Error! Bookmark not defined.	2-6-2- رسم منحنی کالیبراسیون دستگاه HPLC
Error! Bookmark not defined.	3-6-2- بررسی تأثیر pH در فرایند UV/ZnO
Error! Bookmark not defined.	4-6-2- بررسی تأثیر دوز نانوذره در فرایند UV/ZnO
Error! Bookmark not defined.	5-6-2- بررسی تأثیر زمان در کارایی فرایند UV/ZnO
Error! Bookmark not defined.	6-6-2- بررسی تأثیر غلظت اولیه سفالکسین در کارایی فرایند UV/ZnO
	not defined.
Error! Bookmark not defined.	7-6-2- آزمایشات شاهد
Error! Bookmark not defined.	۷-۲- آزمایش COD
Error! Bookmark not defined.	۸-۲- آزمون سمیت بیولوژیکی
Error! Bookmark not defined.	1-8-2- روش انجام آزمون سمیت بیولوژیکی
Error! Bookmark not defined.	فصل سوم: نتایج
Error! Bookmark not defined.	۱-۳- مقدمه
Error! Bookmark not defined.	۲-۳- مشخصات نانوذرات اکسید روی
Error! Bookmark not defined.	1-2-3- نتایج آنالیز XRD
Error! Bookmark not defined.	2-2-3- نتایج آنالیز FTIR
Error! Bookmark not defined.	3-2-3- نتایج آنالیز SEM
Error! Bookmark not defined.	4-2-3- نتایج آنالیز TEM

Error! Bookmark not defined. ۳-۳- تأثیر pH اولیه محلول بر کارایی فرایند فتوکاتالیستی

Error! Bookmark not defined. ۴-۳- تأثیر دوز کاتالیست ZnO بر کارایی فرایند فتوکاتالیستی

Error! Bookmark not defined. ۵-۳- تأثیر زمان تماس بر کارایی فرایند فتوکاتالیستی

Error! Bookmark not defined. ۶-۳- تأثیر غلظت اولیه سفالکسین بر کارایی فرایند فتوکاتالیستی

Error! Bookmark not defined. ۷-۳- بررسی کارایی فرایندهای ZnO و UV به تنهایی

Error! Bookmark not defined. ۸-۳- بررسی روند تغییرات COD محلول طی فرایند فتوکاتالیستی

Error! Bookmark not defined. ۹-۳- آزمون سمیت

Error! Bookmark not defined. فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری

Error! Bookmark not defined. ۱-۴- مکانیسم فرایند UV/ZnO

Error! Bookmark not defined. ۲-۴- بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نانوذرات ZnO

Error! Bookmark not defined. ۳-۴- تأثیر pH اولیه محلول بر کارایی فرایند فتوکاتالیستی

Error! Bookmark not defined. ۴-۴- تأثیر دوز کاتالیست ZnO بر کارایی فرایند فتوکاتالیستی

Error! Bookmark not defined. ۵-۴- تأثیر زمان تماس بر کارایی فرایند فتوکاتالیستی

Error! Bookmark not defined. ۶-۴- تأثیر غلظت اولیه سفالکسین بر کارایی فرایند فتوکاتالیستی

Error! Bookmark not defined. ۷-۴- بررسی کارایی فرایندهای ZnO و UV به تنهایی

Error! Bookmark not defined. ۸-۴- بررسی روند تغییرات COD محلول طی فرایند فتوکاتالیستی

Error! Bookmark not defined. ۹-۴- آزمون سمیت

Error! Bookmark not defined. ۱۰-۴- تأثیر شدت تابش لامپ

Error! Bookmark not defined. [۴-۱۱- نتیجه گیری](#)

Error! Bookmark not defined. [۴-۱۲- پیشنهادات](#)

Error! Bookmark not defined. [فصل پنجم: مراجع](#)

Error! Bookmark not defined. [۵-۱- مراجع](#)

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول 1-1) مشخصات سفالکسین.....	7
جدول 1-2) تعداد کل نمونه‌ها با توجه به متغیرهای مورد مطالعه.....	29
جدول 2-2) متغیرهای اندازه‌گیری شده.....	36
جدول 1-3) میزان بازدارندگی از رشد محلول آنتی‌بیوتیک تصفیه نشده و تصفیه شده.....	57

فهرست نمودارها

عنوان	صفحه
نمودار 1-2) منحنی کالیبراسیون دستگاه HPLC جهت سنجش سفالکسین.....	39
نمودار 1-3) آنالیز تکنیک پراش پرتو x نانوذرات اکسید روی سنتز شده.....	46
نمودار 2-3-الف) آنالیز FTIR نانوذرات اکسید روی قبل از واکنش.....	47
نمودار 2-3-ب) آنالیز FTIR نانوذرات اکسید روی بعد از واکنش ($4065 \mu\text{w}/\text{cm}^2$).....	48
نمودار 2-3-ج) آنالیز FTIR نانوذرات اکسید روی بعد از واکنش ($8130 \mu\text{w}/\text{cm}^2$).....	48
نمودار 3-3) تأثیر pH در حذف سفالکسین برای شدت $8130 \mu\text{w}/\text{cm}^2$ و 4065	51
نمودار 4-3) تأثیر دوز نانو ذره در حذف سفالکسین برای دو شدت $8130 \mu\text{w}/\text{cm}^2$ و 4065	52
نمودار 5-3) تأثیر زمان تماس در حذف سفالکسین برای دو شدت $8130 \mu\text{w}/\text{cm}^2$ و 4065	53
نمودار 6-3) تأثیر غلظت اولیه سفالکسین برای دو شدت $8130 \mu\text{w}/\text{cm}^2$ و 4065	54
نمودار 7-3) راندمان حذف فرایندهای ZnO و UV به تنهایی.....	55
نمودار 8-3) میزان COD محلول قبل و بعد از واکنش فتوکاتالیستی.....	56

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل 1-1) حلقه بتالاکتام.....	5
شکل 1-2) طرح شماتیک پایلوت UV/ZnO.....	30
شکل 2-2) تصویر پایلوت سیستم UV/ZnO.....	30
شکل 2-3) تصویر لامپ UV.....	31
شکل 2-4) تصویر نانوذرات اکسید روی سنتز شده.....	33
شکل 2-5) تصویر دستگاه HPLC.....	38
شکل 2-6) پیک سفالکسین در دستگاه HPLC.....	38
شکل 2-7) کلنی اشرشیاکلی روی EMB آگار و کلنی استافیلوکوکس روی نوترینت آگار.....	42
شکل 3-1) نتایج آنالیز SEM نانوذرات اکسید روی سنتز شده.....	50
شکل 3-2) نتایج آنالیز TEM نانوذرات اکسید روی سنتز شده.....	50
شکل 4-1) شماتیک فرایند فتوکاتالیستی.....	60

لیست علائم اختصاری

AOP: Advanced Oxidation Process

BOD: Biological Oxygen Demand

CPX: Cephalexin

CO₂: Carbon Dioxide

COD: Chemical Oxygen Demand

C₀: Initial Concentration of Cephalexin

C_t: Concentration of Cephalexin at reaction time

CdS: Cadmium Sulfide

e_{cb}[•]: Excited electron

eV: Electron volt

Fe₂O₃: Iron (III) oxide

FTIR: Fourier transform infrared spectroscopy

HPLC: High performance Liquid Chromatography

h_{vb}⁺: Positive hole

H₂O: Water

H₂O₂: Hydrogen Peroxide

H₂SO₄: Sulfuric Acid

JCPDS: Joint Committee on Powder Diffraction Standards

NaOH: Sodium Hydroxide

O₂^{•-}: Superoxide anion radical

•OH: Hydroxyl radical

OH⁻: Hydroxyl ions

pH: potential of Hydrogen

pK_a: Acid dissociation constant

RO: Reverse Osmosis

SEM: Scanning Electron Microscope

SnO₂: Stannic Oxide

TEM: Transmission Electron Microscopy

TiO₂: Titanium Oxide

UV: Ultra violet

W: watt (a unit of power)

WO₃: Tungsten Oxide

XRD: X-ray Diffraction

ZnCl₂: Zinc chloride

ZrO₂: Zirconium Dioxide

ZnO: Zinc Oxide

ZnS: Zinc sulfide